

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001325867
PUBLICATION DATE : 22-11-01

APPLICATION DATE : 18-05-00
APPLICATION NUMBER : 2000146639

APPLICANT : SORUDAA KOOTO KK;

INVENTOR : HARA SHIRO;

INT.CL. : H01H 37/76 C22C 28/00

TITLE : TEMPERATURE FUSE AND WIRE ROD FOR THE TEMPERATURE FUSE ELEMENT

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a temperature fuse and a wire rod having equivalent fusion temperature and ductility as the fuse and the wire rod made of lead alloy.

SOLUTION: The temperature fuse has a fuse element which melts at a predetermined temperature. The fuse element is formed with a fusible alloy, consisting of bismuth of 20 weight percent or more and 33 weight percent or less, tin of 1 weight percent or more and 15 weight percent or less and the balance consisting of indium. Moreover, the wire rod for the temperature fuse element also is formed with the fusible alloy having the same composition. No lead is contained in the fusible alloy and the composition of the alloy is rationalized, thereby to comprise the equivalent fusion temperature and ductility as the fuse and the wire rod made of lead alloy.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-325867

(P2001-325867A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ- (参考)

H 0 1 H 37/76

H 0 1 H 37/76

F 5 G 5 0 2

C 2 2 C 28/00

C 2 2 C 28/00

B

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-146639 (P2000-146639)

(22) 出願日 平成12年 5 月18日 (2000. 5. 18)

(71) 出願人 591283040

ソルダーコート株式会社

愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の
1

(72) 発明者 成田 雄彦

愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の
1 ソルダーコート株式会社内

(72) 発明者 原 四郎

愛知県名古屋市緑区鳴海町字長田75番地の
1 ソルダーコート株式会社内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

Fターム(参考) 5G502 AA02 BB01 BB10

(54) 【発明の名称】 温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材

(57) 【要約】

【課題】 本発明の温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材は、鉛合金製ヒューズおよび線材と同等の溶断温度、延性を有する温度ヒューズおよび線材を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明の温度ヒューズは、所定の温度で溶融するヒューズ素子を有する温度ヒューズであって、前記ヒューズ素子は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部がインジウムとからなる可溶合金により形成されていることを特徴とする。また、本発明の温度ヒューズ素子用線材も同様の組成を有する可溶合金により形成されていることを特徴とする。つまり本発明は、可溶合金中に鉛を含有させず、かつ合金組成を適正化することで、鉛合金製ヒューズおよび線材と同等の溶断温度、延性を有する温度ヒューズおよび線材を提供するものである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の温度で溶断するヒューズ素子を有する温度ヒューズであって、前記ヒューズ素子は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる可溶合金により形成されていることを特徴とする温度ヒューズ。

【請求項2】 20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる可溶合金により形成されている温度ヒューズ素子用線材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材、より詳しくは75℃以上100℃以下の低温において溶融する無鉛可溶合金により形成した温度ヒューズ素子を有する温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材に関する。

【0002】

【従来の技術】ヒューズには、電気回路に過電流が流れると溶断して回路を保護する電気ヒューズと、電気回路周辺の温度が上昇すると溶断して回路を保護する温度ヒューズとがある。電気ヒューズはテレビ、洗濯機等に、また温度ヒューズは携帯電話、ノート型パソコン等に、それぞれ組み込まれており、これらの電気製品を保護する役割を有している。なかでも温度ヒューズは、設定した溶断温度で、確実に、また迅速に溶断して電気回路を守る必要がある。このため、温度ヒューズには様々な温度条件に対し、精度よく溶断することが要求される。ヒューズの溶断温度は、温度ヒューズ中のヒューズ素子を構成する可溶合金の融点（液相面温度）に左右され、融点は合金の成分金属およびその配合比、つまり組成により決まる。従って、組成を選択するのは極めて重要である。

【0003】従来、融点が75℃以上100℃以下である温度ヒューズ用可溶合金としてはもっぱら成分金属に鉛を含むもの（以下鉛合金と称す）が使用されていた。すなわち、ウッドメタル（Sn-Bi-Pb-Cd）、セルロー（Sn-Bi-Pb-Cd-In）、ニュートン合金（Bi-Pb-Sn）等が温度ヒューズ用可溶合金として使用されていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、近年電気製品が廃棄されるとその中に組み込まれている温度ヒューズから鉛が自然環境中に溶出することが問題となっている。環境中に溶出した鉛を人間が摂取すると鉛中毒になり、摂取量により、疲労感、睡眠不足、便秘、震え、腹痛、貧血、神経炎、脳変質症等の中毒症状が現れる。したがって、鉛による環境汚染を防止するため、可能な限り工業材料として鉛を使用しないことが世界的に要求さ

れており、鉛に代わる工業材料の検討が、業界において重要な課題の一つとなっている。

【0005】そこで、鉛を含まない温度ヒューズのヒューズ素子およびヒューズ素子用線材を構成する可溶合金に関し鋭意研究を重ねた結果、本発明の発明者は、鉛を含有させなくても75℃以上100℃以下の温度において溶融する可溶合金を得ることができるとの知見を得た。

【0006】本発明の温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材は、上記知見に基づいてなされたものであり、可溶合金中に鉛を含有させずに、75℃以上100℃以下の溶断温度を確保しうる温度ヒューズを提供することを課題とする。また、この温度ヒューズの製造に好適な温度ヒューズ素子用線材を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の温度ヒューズは、所定の温度で溶断するヒューズ素子を有する温度ヒューズであって、ヒューズ素子は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる可溶合金により形成されていることを特徴とする。

【0008】また、本発明の温度ヒューズ素子用線材は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる可溶合金により形成されていることを特徴とする。

【0009】本発明の発明者は、鉛を含まず、かつ75℃以上100℃以下の温度で溶融するようなヒューズ用可溶合金について検討し、比較的低融点であるビスマス、スズ、インジウムに着目し、この三種類の金属からなる合金（Bi-Sn-In合金）について研究した。

【0010】このなかでもビスマスは、融点が271.3℃と低いため、従来使用されていた鉛合金においてもその融点を下げるため、合金中に40重量%～60重量%程度含まれていた。したがって、溶断温度が75℃以上100℃以下であるような無鉛可溶合金としてこのBi-Sn-In合金を用いる場合、ビスマスの含有率を高くする必要がある。

【0011】しかし、ビスマスは硬度は高いが延性に乏しく、また脆いという性質を有するため、ビスマス含有率の高い無鉛可溶合金にもこの性質が現れてしまう。そこで、本発明の発明者は合金中のインジウムに着目した。インジウムは、ビスマスと同様に合金の融点を下げる役割を有する反面、ビスマスとは対称的に延性に富み、硬度が低いという性質を有する。したがって、ビスマスおよびインジウムの含有率を調整することにより、言い換えるとビスマス含有率を下げ、代わりにインジウム含有率を上げるにより、鉛合金と同等の溶融温度、延性を有する無鉛可溶合金を得ることができる。

【0012】ただし、このような無鉛可溶合金を得るためには、新たに生ずる以下の派生的問題点を克服する必要がある。まず、ビスマス含有率に対しインジウム含有率を上げすぎると合金が柔らかくなりすぎる。また、インジウムはビスマス、スズと比較して高価なため、本発明の目的を達成できる範囲内でインジウム含有率は低く設定する必要がある。さらに、上述したようにヒューズの溶断温度は、可溶合金の融点により決まる。しかし、電気回路周辺の温度が、可溶合金の固相面温度に達するとヒューズは溶け始めるため、合金の液相面温度と固相面温度との差（以下 ΔT と称す）が大きいと、固相面温度に達してから液相面温度に達するまで時間がかかることになる。 ΔT が大きいということは、ヒューズの溶断に時間がかかることを意味しており、溶断に時間がかかると半導体等の電子部品が破損するおそれがある。このため、ヒューズには所望の温度で迅速に溶断する速断性が要求され、可溶合金の ΔT は30℃以内であることが要求される。

【0013】上述した可溶合金からなる本発明の温度ヒューズは、従来の鉛合金製温度ヒューズと同様に75℃以上100℃以下の溶断温度を確保し、また上記派生的問題点をも克服することができる実用的な温度ヒューズとなる。また、通常のビスマス含有率の高い合金からなる温度ヒューズ素子用線材と比較して、上記可溶合金からなる本発明の温度ヒューズ素子用線材は、適度な延性を有し、細線化することができるため、耐熱性の低い電子部品や小型電子機器等に使用することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材の実施の形態について、可溶合金、温度ヒューズ、温度ヒューズ素子用線材の項目ごとにそれぞれ説明する。

【0015】〈可溶合金〉まず、本発明の温度ヒューズおよび温度ヒューズ素子用線材の形成材料である可溶合金の態様について説明する。本発明の温度ヒューズおよび線材に使用される可溶合金は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる。可溶合金をこの様な組成とした理由を、図を参照しながら説明する。

【0016】図1にBi-Sn-In合金の液相面図を示す。図中、点Aはビスマス含有率100重量%の点を、点Bはスズ含有率100重量%の点を、点Cはインジウム含有率100重量%の点をそれぞれ示す。また、点aはBi-Sn二元系合金の共融点を、点bはSn-In二元系合金の共融点を、点cはIn-Bi二元系合金の共融点を、点dはBi-Sn-In合金の共融点をそれぞれ示す。また、図中の太線は内側が75℃、外側が100℃の等温線をそれぞれ示す。

【0017】まず、合金中のビスマス含有率について説明する。上述したように、ビスマスは、硬度は高いが延

性に乏しく脆いという性質を有する。合金中のビスマス含有率が高いと、このビスマスの性質が合金にも現れるようになる。これは、合金製造工程においてビスマス、スズ、インジウムを溶融混合した合金融液を冷却する際に、ビスマス含有率が高いと、融液からビスマスが初品として品出するためである。したがって、初品としてビスマスを晶出させないために、合金組成は図中BCcd aで囲まれる範囲内のどこかに設定すればよい。

【0018】次に、スズ含有率について説明する。図2にSn-In合金の状態図を示す。図から分かるように共融点の組成よりもスズ含有率が高い領域では、スズ含有率が低い領域と比較して、液相線と固相線の間隔すなわち ΔT が大きい。 ΔT が大きいと温度ヒューズおよびヒューズ用線材の速断性が悪くなり電子部品を破損させるおそれがある。したがって、 ΔT を小さくするために合金組成は図1のbCcdで囲まれる範囲内のどこかに設定すればよい。

【0019】さらにまた、図2から分かるように、共融点組成よりもスズ含有率が低い領域の中でも、よりスズ含有率が低い方が ΔT は小さくなるため、合金中のスズ含有率は1重量%以上15重量%以下であることが望ましい。合金中のスズ含有率を1重量%以上15重量%以下にするため、合金組成は図1のeCcfで囲まれる範囲内に設定すればよい。

【0020】一方、本発明の温度ヒューズおよび線材の目標とする溶断温度、すなわち目標温度は75℃以上100℃以下である。したがって、合金組成は図1の75℃と100℃の二本の等温線に挟まれる範囲内のどこかに設定すればよい。

【0021】図1のeCcfで囲まれる範囲内で、かつ75℃と100℃の二本の等温線に挟まれる範囲内のどこかに合金組成を設定するためには、図中に斜線で示すようにビスマス含有率を20重量%以上33重量%以下、スズ含有率を1重量%以上15重量%以下、残部をインジウムとすればよい。

【0022】上記の理由から、本発明の温度ヒューズおよびヒューズ素子用線材を形成する可溶合金は、ビスマスが20重量%以上33重量%以下、スズが1重量%以上15重量%以下、残部がインジウムという組成を有するものとした。

【0023】この組成範囲内において、ビスマス、スズ、インジウムの配合比を変えることにより、合金の融点を自在にコントロールすることができ、75℃から100℃の間の任意の目標温度に対応する低温用温度ヒューズおよび線材を提供することができる。例えば、目標温度を100℃とする場合は、可溶合金の組成を100℃の等温線上に設定すればよく、具体的には、ビスマス22重量%、スズ6重量%、インジウム72重量%の点等に合金組成を設定すればよい。また、目標温度を75℃とする場合は、合金の組成を75℃の等温線上に設定

すればよく、具体的には、ビスマス32重量%、スズ1重量%、インジウム67重量%の点等に合金組成を設定すればよい。

【0024】なお、可溶合金中には、原料金属等から不可避の不純物が混入することも考えられる。本発明のヒューズおよび線材を構成する可溶合金は不純物の混入を特に除外するものではなく、上記組成を有する合金には、合金中に不可避の不純物が混入している場合も該当する。

【0025】〈温度ヒューズ〉本発明の温度ヒューズの実施の形態について、図を参照しながら説明する。図3に本発明の温度ヒューズの一例として筒型温度ヒューズの断面図を示す。図3に示す温度ヒューズ1は、一定の温度で溶断するヒューズ素子10と、ヒューズ素子10の両端に接合され電流を通すリード線2と、ヒューズ素子10の周囲に円柱状に充てんされヒューズ素子溶断後に溶断面を被い再度導通が生じるのを防ぐフラックス11と、ヒューズ素子10、フラックス11およびリード線2の一部を収納する円筒状のセラミックケース12とからなる。

【0026】電子機器においては、温度ヒューズ1は例えば電池等の電源と電気回路等との間に設置される。何らかの原因で、温度ヒューズ1の周辺温度が上昇し、温度ヒューズ1の設定温度に達すると、ヒューズ素子10は溶断し、その溶断面をフラックス11が覆い、電源と回路等との導通を遮断する。このようにして温度ヒューズ1は電源、電気回路等を保護することができる。

【0027】本実施形態の温度ヒューズ1の製造方法については、従来からヒューズの製造に用いられている種々の方法により製造することができる。例えば、後述する線材を切断しヒューズ素子10を形成し、このヒューズ素子10とリード線2とを接合し、ヒューズ素子10の周囲にフラックス11を充てんし、さらにその外側に、ヒューズ素子10等を外部から保護するためセラミックケース12を設置する方法により製造することができる。

【0028】なお、本発明の温度ヒューズは、図3に示す筒型ヒューズの他、つめ付きヒューズ、管型ヒューズ、栓型ヒューズ等従来用いられている様々な形状の温度ヒューズとすることができる。

【0029】また、本発明の温度ヒューズは、75℃から100℃という低温領域の任意の温度に対し、迅速に溶断させることができる。このため、耐熱性の低い半導体や携帯電話用リチウムイオン二次電池の保護用等、多岐にわたる用途に使用することができる。

【0030】〈温度ヒューズ素子用線材〉次に、上述した温度ヒューズに用いられる本発明の温度ヒューズ素子用線材の実施の形態について説明する。本発明の線材は、従来線材の製造に用いられてきた種々の方法により製造することができる。その一例として引抜き法につい

て説明する。

【0031】引抜き法は、線材を構成する可溶合金の原料を溶融炉に配合する原料配合工程、配合した原料を溶融させ合金を調製し型に流し込みビレットを作るビレット作製工程、ビレットから粗線を作製する押し出し工程、粗線から細線を成形する伸線工程からなる。

【0032】まず、原料配合工程では、線材の原料であるビスマス、スズ、インジウムの地金を所望の組成となるように秤量、配合し溶融炉に投入する。次に、ビレット作製工程では、配合原料を300～350℃の温度下で溶融させBi-Sn-In合金を調製し、溶融状態の調製合金を型に流し込み、柱状のビレットを作製する。次に、押し出し工程では、型からビレットを取り出し、押し出し成形機にかけ、押し出し成形することで粗線を作製する。最後に、伸線工程では、粗線を引抜き成形機にかけ、成形機に設けられた孔から線状の合金を引き抜くことにより細線を成形する。引抜きは、線状の合金を多数のダイス隙間を通すことにより行う。このダイスは順次径が小さくなっており、多数のダイスを通る間に所定の径が得られるようになっている。ダイスにより合金は張力をかけられ細線、すなわち本実施形態の線材となる。

【0033】上記引抜き法の様に、張力により線材を成形する方法においては、線材中のビスマス含有率が高いと、引抜き成形時に線材が切れてしまう。一方、本実施形態の温度ヒューズ素子用線材は、ビスマス含有率が低く適度な延性を有するため、上述した引抜き法の様に、張力により線材を成形することが可能である。張力により成形した線材は、押し出し成形等の成形法により製造した線材と比較して、より細くすることが可能である。このような細い線材は、例えばボビン等に巻き付けコンパクトに収納することができるため保管性に優れている。なお、線材は、軸方向に対する垂直方向の断面が真円状のもの他、楕円状、多角形状等従来用いられている様々な断面形状の線材とすることができる。

【0034】また、低温用温度ヒューズにおいては、耐熱性の低い半導体等の電子部品を保護するため設定温度に対する速断性が要求される。速断性を確保するため、線材からなるヒューズ素子はヒューズ内において一定の張力がかけられた状態で設置される場合が多い。この状態で設置されたヒューズ素子は、断面積が小さいほどより迅速に溶断するので、低温用温度ヒューズに用いる線材は断面積が小さいことが要求される。

【0035】さらにまた、本発明の線材は溶断温度が75℃以上100℃以下だが、この温度域で溶断する線材を有するヒューズは、携帯電話、ビデオカメラ、ノート型パソコン等の電子機器の二次電池用として需要が高まっている。近年これらの電子機器は、利用の便から小型化の一途をたどっており、機器の小型化のために、電池の小型化が急務となっている。電池を小型化するために

は、その部品である温度ヒューズも小型であることが要求され、温度ヒューズ素子用線材の断面積も小さいことが要求される。上記ニーズより、線材の断面積は 0.3 mm^2 以下であることが要求される。従来の無鉛合金製線材で上記要求に応えることができるものは存在しなかったが、本発明の線材は、この要求に充分応えることができる。

【0036】

【実施例】上記実施形態に基づいて、所定の組成を有するインゴットを作製し、このインゴットから試料を採取して実験を行った。これを実施例として説明する。

【0037】〈実施例1〉実施例1の試料は、25重量%のビスマス、8重量%のスズ、67重量%のインジウムという組成を有する可溶合金により構成されている。この試料は以下の方法により製造した。まず、純度99.99%のビスマス、純度99.99%のスズ、純度99.99%のインジウムを秤量し、溶融炉に投入した。次に、原料を溶融炉にて 300°C の温度下で溶融攪拌して合金の調製を行い、調製合金を型に流し込み放冷し、脱型した。このようにして作製したインゴットから試料を採取し、これを実施例1とした。また、調製合金を型に流し込む際、化学分析にて合金組成の確認を行った。

【0038】〈実施例2〉実施例2の試料は、25重量%のビスマス、3重量%のスズ、72重量%のインジウムという組成を有する可溶合金により構成されている。この試料を採取したインゴットは上記実施例1のインゴットと同様の方法により製造した。

【0039】〈実施例3〉実施例3の試料は、22重量%のビスマス、8重量%のスズ、70重量%のインジウムという組成を有する可溶合金により構成されている。この試料を採取したインゴットも上記実施例1のインゴットと同様の方法により製造した。

【0040】〈実験方法〉実験は、実施例1～3の試料を加熱炉にて徐々に加熱し、熱分析計（以下TAと称す）、示差走査熱量計（以下DSCと称す）を用いて各試料についての溶融温度特性を調べることに由り行っ

た。加熱炉の昇温パターンは、実験前の温度を 50°C 、昇温速度を毎分 10°C 、最終保持温度を 150°C とした。

【0041】〈実験結果〉この昇温パターンにて実施例1の試料を昇温したときの、TAによる測定結果を図4に示す。図4より、温度が約 68°C と約 88°C のとき温度曲線の傾きが平らになっているのが分かる。また、DSCによる測定結果を図5に示す。図5より、温度が約 68°C のときに示差熱曲線にピーク開始点があることが分かる。これらのことから、実施例1の試料を構成する可溶合金は、約 68°C で固相単独の一相状態から固相と液相との二相共存状態となり、約 88°C で二相共存状態から液相単独の一相状態に相変化することが分かる。すなわち、実施例1においては約 68°C が固相面温度、約 88°C が液相面温度であり、 ΔT は約 20°C であることが分かる。

【0042】同様に実施例2の試料を昇温したときの、TAによる測定結果を図6に示す。図6より、温度が約 71°C と約 92°C のとき温度曲線の傾きが平らになっているのが分かる。また、DSCによる測定結果を図7に示す。図7より、温度が約 71°C のときに示差熱曲線にピーク開始点があることが分かる。すなわち、実施例2においては約 71°C が固相面温度、約 92°C が液相面温度であり、 ΔT は約 21°C であることが分かる。

【0043】同様に実施例3の試料を昇温したときの、TAによる測定結果を図8に示す。図8より、温度が約 69°C と約 95°C のとき温度曲線の傾きが平らになっているのが分かる。また、DSCによる測定結果を図9に示す。図9より、温度が約 69°C のときに示差熱曲線にピーク開始点があることが分かる。すなわち、実施例3においては約 69°C が固相面温度、約 95°C が液相面温度であり、 ΔT は約 26°C であることが分かる。

【0044】以上の実験から実施例1～3の試料の組成、融点、 ΔT をまとめて表1に示す。

【0045】

【表1】

| | 試料の組成 (重量%) | | | 融点 (°C) | | ΔT (°C) |
|-------|-------------|----|----|---------|-------|-----------------|
| | Bi | Sn | In | 固相面温度 | 液相面温度 | |
| 実施例 1 | 25 | 8 | 67 | 68 | 88 | 20 |
| 実施例 2 | 25 | 3 | 72 | 71 | 92 | 21 |
| 実施例 3 | 22 | 8 | 70 | 69 | 95 | 26 |

【0046】表1より、実施例1～3は75°C以上100°C以内という温度範囲内に液相面温度があることが分かった。また、実施例1～3の ΔT はいずれも30°C以内であった。

【0047】

【発明の効果】本発明の温度ヒューズは、所定の温度で溶断するヒューズ素子を有する温度ヒューズであって、前記ヒューズ素子は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる可溶合金により形成されていることを特徴とする。

【0048】また本発明の温度ヒューズ素子用線材は、20重量%以上33重量%以下のビスマスと、1重量%以上15重量%以下のスズと、残部のインジウムとからなる可溶合金により形成されていることを特徴とする。

【0049】このように、可溶合金としてBi-Sn-In合金を選択し、また合金中のビスマス含有率を低くし、かつインジウム含有率を高くすることで、鉛合金からなる温度ヒューズと同等の溶断温度特性、延性を有する温度ヒューズとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Bi-Sn-In合金の液相面図である。

【図2】Sn-In合金の状態図である。

【図3】温度ヒューズの断面図である。

【図4】実施例1のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図5】実施例1のDSCによる測定結果を示すグラフである。

【図6】実施例2のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図7】実施例2のDSCによる測定結果を示すグラフである。

【図8】実施例3のTAによる測定結果を示すグラフである。

【図9】実施例3のDSCによる測定結果を示すグラフである。

【符号の説明】

A: Bi 100重量%の点

B: Sn 100重量%の点

C: In 100重量%の点

a: Bi-Sn二元系の共融点

b: Sn-In二元系の共融点

c: In-Bi二元系の共融点

d: Bi-Sn-In三元系の共融点

e: Sn 15重量% In 85重量%の点

f: Sn 15重量%組成線とBi-Sn共融線の投影線との交点

1: 温度ヒューズ

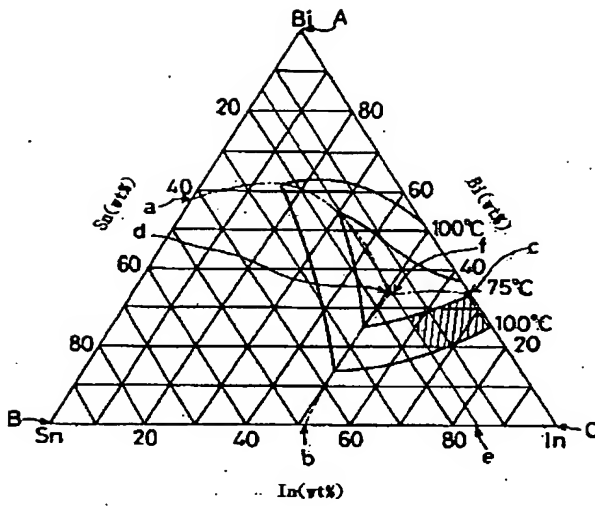
10: ヒューズ素子

11: フラックス

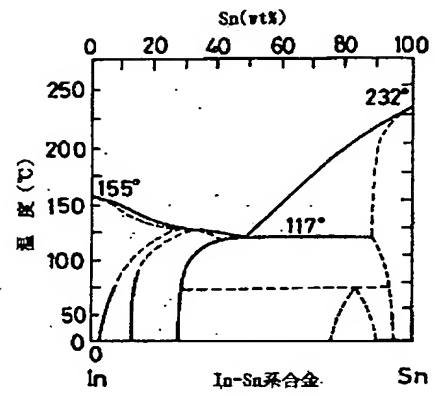
12: セラミックケース

2: リード線

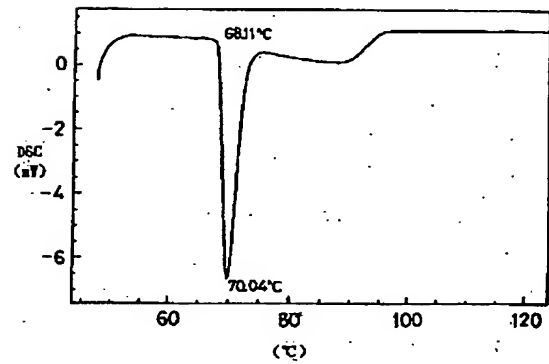
【図1】



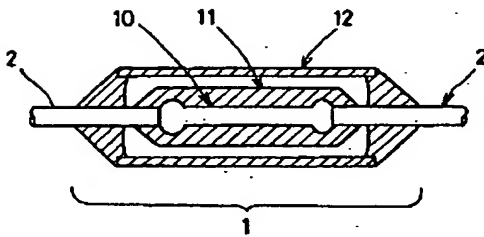
【図2】



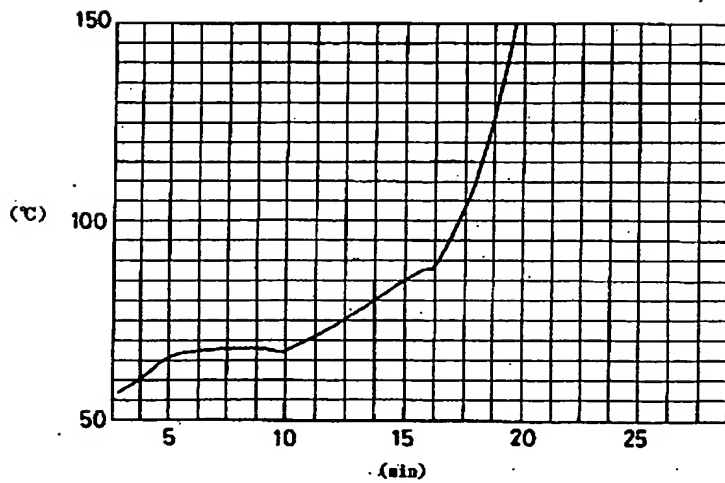
【図5】



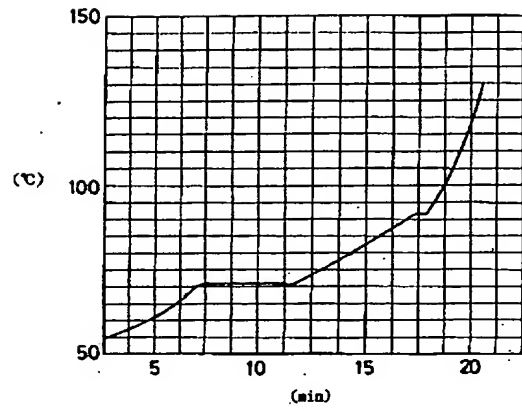
【図3】



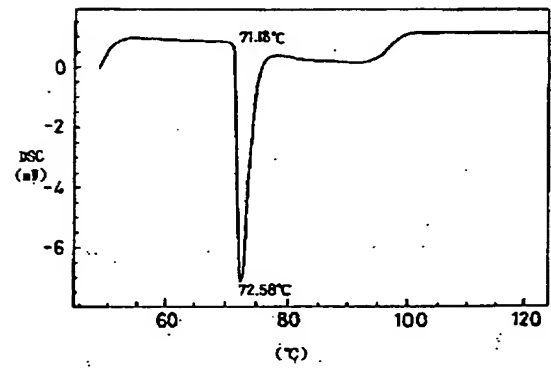
【図4】



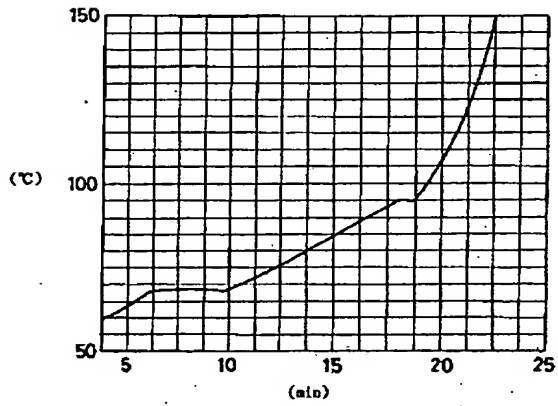
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

